

CPS(Cyber Physical System)에서 Modeling이 중요한 이유

(주)테크다스 공동대표 은종환

스마트팩토리 논의 동향

스마트팩토리 또는 인더스트리 4.0이 요즘 산업계의 화두이다. 산업혁명 이후 몇차례의 큰 패러다임의 변화이후 현재는 IT기술의 진전에 따라 공정의 스마트화를 특징으로 하는 네번째의 패러다임 변화의 과정에 있다는 것이다.

현재 세계는 IT(Information Technology)기술과 DT(Data Technology)기술의 발달에 의해 '초연결' 정보화 시대로 진입하고 있다. 정보화의 진전에 따라 사회 전반에서 여러 변화가 가속화되고 있다. Web에 연결된 PC가 중심이 되던 정보화 수단이 Mobile로 중심을 이동하고 있고 한발 더 나아가 IoT(Internet of Things)의 시대가 열림에 따라 모든 물건이 스마트해지고 있다. 전자상거래의 확산, O2O(Online to Offline)산업의 발달, Supply-Chain의 단축, 3D Print와 연결하여 상품개발과 공급 방식의 혁신 등과 같은 많은 변화는 스마트사회의 단면들이다.

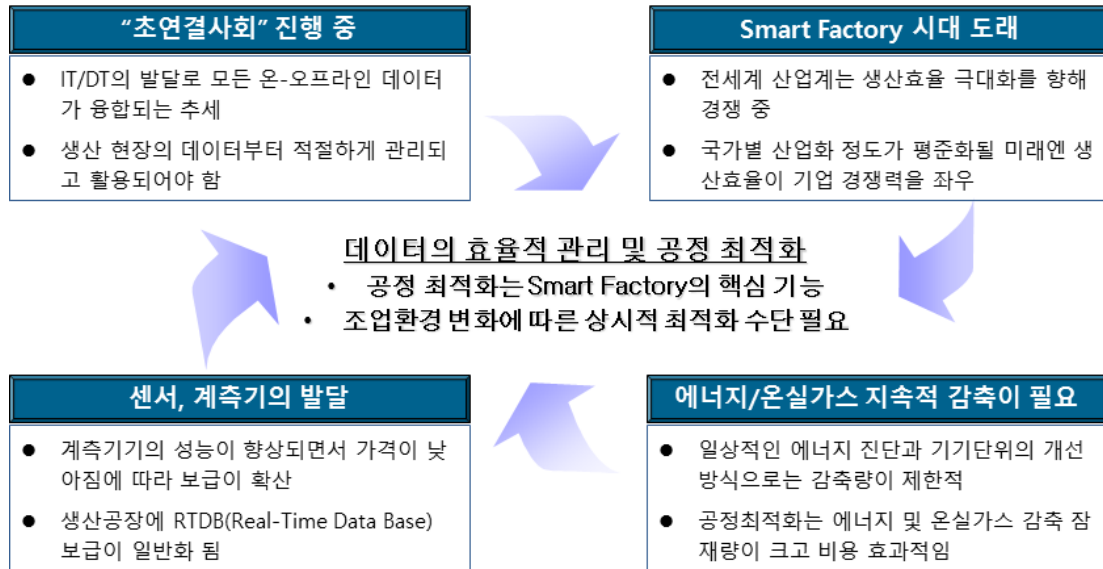
산업계 역시 마찬가지다. 컴퓨팅기술의 발달로 생산단계에서도 전산화가 확대되고 센서나 계측기가 저가화되고 정밀화 됨에 따라 생산 현장에서 생산되는 데이터 량이 급증하고 있다. 하지만 초연결 정보화의 연결고리는 종종 생산현장에서 끊긴다. ERP 등에 의해 경영 전반에 대한 정보화는 보편화되었지만 생산 현장의 기계장치가 정보화의 체제에 연결되는 것은 쉽지가 않다. 소프트웨어 간의 결합은 쉽지만 하드웨어와 소프트웨어와의 결합은 어렵기 때문이다. 하드웨어용으로 개별 운용되는 소프트웨어나 탑재(embedded)된 시스템을 다른 소프트웨어 시스템에 실시간(Real-Time)적으로 결합하는 것은 또 다른 기술들을 필요로 한다.

초연결 정보화 사회는 초 효율성을 지향한다. 시간의 단축, 비용의 단축, 자원소모의 감축을 최대한으로 도모한다. 기업이 초연결 정보화 사회에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 스마트기술을 적용해서 생산효율을 극대화해야 한다. 생산현장에서 생성된 데이터를 공정 최적화에 활용하고 궁극적으로 ERP와 연결되어 정보화 네트워크 상에서 부가가치를 창출할 수 있어야 한다.

최근 스마트팩토리나 인더스트리 4.0에 대해 발표되는 자료들은 크게 두가지 범주를 벗어나지 못하고 있다. 첫째는 당위성만을 이야기하는 것이다. 배경과 필요성, 동향들에 대한 장황한 소개는 있으나 구체적인 현안이나 실현 방법들은 구체적으로 제시되지 못하고 있다. 두번째는 센서나 계측기 설치를 강조한 것들이다. 생산공정이 스마트해지기 위해서 보다 정확한 데이터가 다양하게 확보되어야 하긴 하지만 하드웨어적인 방식에 의한 데이터 확보는 종종 비효율적이고 정확도가 충분치 못하다.

공장이 스마트해지기 위해서는 눈과 귀가 늘어나는 것 보다는 뇌가 더 보강되고 똑똑해 져야 한다. 오히려 뇌의 기능을 보강하면 눈과 귀의 역할을 하는 계측기의 설치를 최소화할 수 있다. 스

마트팩토리의 논의는 하드웨어보다는 소프트웨어 중심으로 진행되는 것이 효율적이다.



<그림 1> 산업계의 공정 최적화 추진 방향

“가상 물리 시스템”(Cyber Physical System)의 개념

최근 스마트팩토리의 요소로 CPS가 강조되고 있다. 가상물질시스템으로 번역되는 CPS는 소프트웨어와 하드웨어의 결합이라고 간단하게 설명할 수 있다. 정보화 시대에 늘어나고 있는 사이버 개체들과 현실의 물리적 개체들을 시스템적으로 결합한 것이다. 2007년 이후 CPS 기술개발에 적극 나서고 있는 미국의 표현에 따르면 CPS는 *“physical and software components are deeply intertwined, each operating on different spatial and temporal scales, exhibiting multiple and distinct behavioral modalities, and interacting with each other in a myriad of ways that change with context.”* (US National Science Foundation)이다. 즉, 각각 정보화 진보를 이룬 개별적인 시스템과 장치들을 연결하여 하나의 통일된 시스템으로 작동하도록 엮어내는 것이라고 볼 수 있다.

CPS는 모든 사회영역에 적용할 수 있는 개념인데, 특히 스마트팩토리의 핵심 개념으로 여겨지고 있다. 이를 구체적으로 표현하기 위해 가상물리생산시스템(CPPS: Cyber Physical Production System)이라는 용어가 쓰이기도 하고, 미국의 GE와 같은 곳에서는 사이버상으로 실사된 공정을 Cyber Twin 또는 Digital Twin이라고 표현하기도 한다.

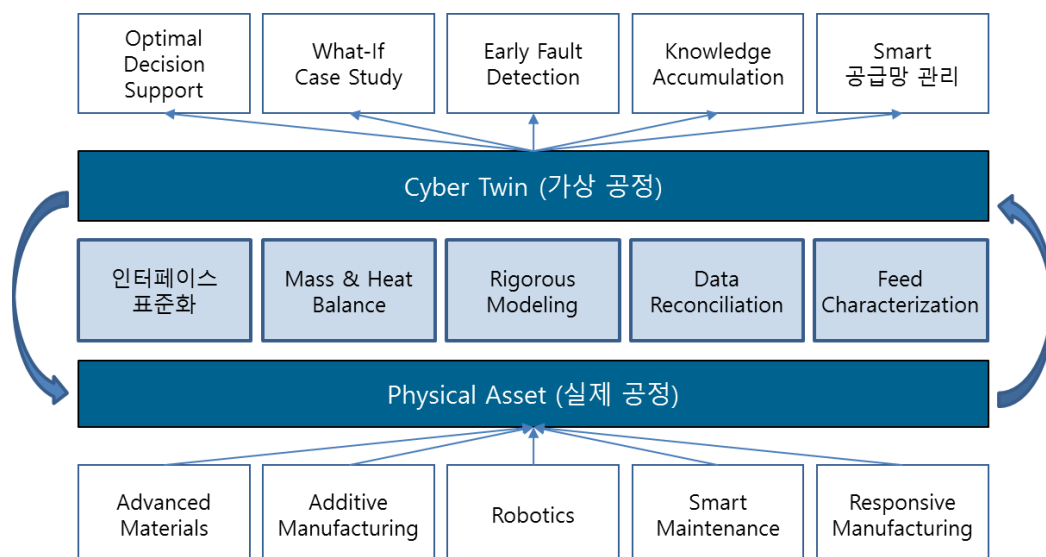
CPS를 구현하는데 있어서 가장 큰 관건은 결정론적(Deterministic)인 시스템이 될 수 있느냐 이다. 소프트웨어간 연결은 그 결과에 대한 예측이 명확하다. 1+1=2와 같은 명확한 계산을 기대할 수 있다. 하지만 물리세계의 환경을 사이버에 연결할 때는 아날로그 적인 변수에 의해 시스템의 결과를 결정론적으로 예측하기 힘들다. 생산공정에서 이루어지는 다양한 물리화학적 변화과정을 일

마만큼 정밀하게 디지털적으로 표현할 수 있느냐 하는 것이 CPS구축에 있어서 핵심적인 요소가 된다.

생산현장에서 아날로그적인 현상을 디지털 데이터로 전환하는 역할을 하는 가장 단순한 수단은 센서나 계측기 설치이다. 하지만 계측이 가능한 범위는 제한적이고 비용 또한 많이 소요된다. 더 큰 문제는 계측 오차이다. 완벽한 계측은 이론상 불가능한데, 아주 작은 오차도 CPS상에서는 아주 큰 오차로 증폭될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 모델링이 필요해 진다.

<그림 2>는 실제적인 공정 상황을 모델링을 통해서 가상공간에 구현하는 방식을 개념화 한 것이다. 먼저 공정에 도입된 여러 스마트기기나 시스템으로부터 표준화된 인터페이스를 통해 데이터를 CPS 플랫폼에 연결한다. 병행하여 실제 공정을 가장 잘 모사할 수 있는 상세(Rigorous) 모델을 구축한다. 인터페이스를 통해 입력된 데이터는 모델을 이용하여 신뢰성을 평가할 수 있다. 편차가 큰 데이터들은 데이터 보정(Reconciliation) 기법을 이용해 정밀화가 필요하다. 특히 연료, 원료물질의 성상데이터는 부정확하거나 Off-line으로 분석하여 그 양이 충분치 않은 경우가 많은데 원료 성상 보정(Feed Characterization)을 통해 시스템에서 필요한 만큼의 정밀도와 연속성을 확보하는 것이 바람직하다.

구축된 가상공정은 공정의 스마트화를 위한 여러 목적에 활용할 수 있다. 최적의 운전조건을 제시하거나, 여러 엔지니어링 변수를 조정하여 그 결과를 유추해 볼 수 있다. 설비 이상 진단이나 조업기술의 축적이 가능하고 Supply-Chain상의 최적화에 필요한 정보를 제공할 수도 있다. 즉, 스마트팩토리 구현에 필요한 기본적이고도 핵심적인 역할 수행이 가능하다.



<그림 2> (주)테크다스의 CPSS의 모델

CPS에서 모델링의 중요성

스마트팩토리 또는 인더스트리 4.0의 구성 요소는 복합적이다. 개별 설비나 시스템을 스마트화하고 이들을 연결하여 새로운 가치를 창출하여야 한다. 논의의 핵심은 소프트웨어가 되어야 한다. 하드웨어는 필요조건이 될지 언정 충분조건이 되지 않는 못한다. “스마트”라는 용어 자체가 소프트웨어적이다. 하드웨어적인 개선도 필요하지만 공정을 해석하고 최적화하기 위한 소프트웨어적인 요소가 필수적이다. 즉, 스마트팩토리를 구현하기 위해서는 CPS가 구축되어야 하고, CPS는 정밀한 모델링을 기반으로 작동되어야 한다.

생산현장에 구축되는 CPS의 역할은 생산의 여러 요소를 최적화하는 것이고 이는 실제공정을 사이버상에 가상적 공간에 그대로 구현한 후 이를 이용하여 다양한 시뮬레이션을 할 수 있어야 한다. 실효성 있는 결과를 얻기 위해서는 정밀한 시뮬레이션이 가능해야 한다. 현장 상황에 따라서는 물리화학적 현상분석을 동원한 모델이 적용되어야 하고 그 모델을 통해 현장 데이터를 정밀화할 수 있어야 한다.

정보기술의 발달로 인해 산업계는 새로운 혁신의 시기에 접어들고 있다. 많은 논의가 진행되고 있고 정부에서도 다양한 정책수단을 강구하고 있다. 스마트팩토리는 단일 기술이나 단순하게 정형화 할 수 있는 시스템으로 구현될 수 없다. 따라서 스마트팩토리 추진은 자칫 막연한 개념적인 논의에 그치거나 실효성 없는 투자에 그칠 가능성이 없지 않다. 스마트팩토리를 효과적으로 구현하기 위해서는 가장 핵심적인 부분부터 시작되어야 한다. 대상 공정에 대한 모델링 분석을 선행하고 그 결과를 바탕으로 CPS의 구축 수준과 방법, 활용방안을 결정한 후 추진해야 시행착오를 줄일 수 있다. 센서나 계측기 설치와 같은 부분적인 투자는 전체 그림을 명확하게 그린 다음 이루어져야 한다.

끝.